

ANÁLISE GENÉTICA DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO ERITROCITÁRIO EM BOVINOS¹

MARIA MARGARETH THEODORO CAMINHAS², JEHUD BORTOLOZI,
OSLEI JOSÉ CHAMMA³ e AGUEMI KOHAYAGAWA⁴

RESUMO - No presente trabalho foi analisada a concentração de K eritrocitário em 148 bovinos das raças: Pardo-Suíço, Nelore, Pitangueiras, Gir e Girolanda. Todos os animais apresentaram baixa concentração de K eritrocitário ou tipo LK. Houve a presença dos três subtipos de LK conhecidos: LLK ou concentração baixa-baixa em 16,9% dos animais, variando de 7,0 a 15,9 meq/l, MLK ou concentração baixa-média em 77% dos animais, variando de 16,0 a 30,9 meq/l e HLK ou concentração baixa-alta em 6,1% dos animais, variando de 31,0 a 50,0 meq/l. Estes resultados podem ter significado biológico, já que as raças de gado melhor adaptadas às regiões tropicais apresentam baixa concentração de K eritrocitário.

Termos para indexação: Pardo-Suíço, Nelore, Pitangueiras, Gir, Girolanda.

GENETIC ANALYSIS OF ERYTHROCYTE POTASSIUM CONCENTRATION IN CATTLE

ABSTRACT - Red-cell potassium concentration was determined in five breeds of cattle: Brown Swiss, Nelore, Pitangueiras, Gir and Girolanda. All the cattle examined for the red cell potassium concentration presented low potassium concentration or LK type. This were divided in the following sub-types: low-low potassium concentration (LLK variation: 7.0 - 15.9 m-equiv/l) in 16.9% of the animals; medium-low potassium concentration (MLK variation: 16.0 - 30.9 m-equiv/l) in 77% of animals and high-low potassium concentration (HLK variation: 31.0 - 50.0 m-equiv/l) in 6.1% of the animals. This results may be associated with a tropical environment because animals whith red-cell potassium concentration have advantage in this environment.

Index terms: red-cell potassium concentration, Brown Swiss, Nelore, Pitangueiras, Gir, Girolanda.

INTRODUÇÃO

O potássio constitui, quantitativamente, o terceiro elemento mineral do organismo dos animais. É um eletrólito, e como tal intervém no metabolismo geral do organismo, além de ser um importante componente dos produtos de origem animal, como a carne e o leite.

A variação da concentração de K eritrocitário é de natureza genética: existe um gene LK, que determina baixa concentração de K eritrocitário, e um gene HK, que determina alta concentração de K eritrocitário (Evans 1954, Evans & King 1955, Kidwell et al. 1959, Evans & Blunt 1961, Ellory & Tucker 1970).

Nos bovinos adultos, o tipo LK varia de 7 a 50 meq/l, apresentando os subtipos de concentrações LLK ou baixa-baixa variando de 7,0 a 15,9 meq/l; MLK ou baixa-média, variando de 16,0 a 30,9 meq/l, e HLK ou baixa-alta, variando de 31,0 a 50,0 meq/l (Sengupta 1974).

Evans & Blunt (1961), Blechner (1961), Tosteson (1966), Christinaz & Schatzmann (1972) e Schalm et al. (1985) acrescentaram que bovinos e ovinos com eritrócitos tipo LK nascem com elevada concentração de K eritrocitário

¹ Aceito para publicação em 7 de fevereiro de 1992.

Extraído da Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas Genética, Inst. de Biociências da UNESP, Botucatu, SP.

² Lab. de Imunogenética Animal, Dep. de Med. Vet. - FOA da UNESP, Caixa Postal 533, CEP 16100 Araçatuba, SP.

³ Lab. de Imunogenética Animal, Dep. de Genética, Inst. de Biociências da UNESP, CEP 18600 Botucatu, SP.

⁴ Lab. Clínico Vet., Fac. de Med. Vet. e Zoot. da UNESP, Botucatu, SP.

(acima de 50 meq/l), e esta concentração diminui e estabiliza-se após três a quatro meses de idade.

Stöckl et al. (1965) demonstraram que os níveis elevados de K em bezerros, do nascimento até os quatro meses de idade, deve-se ao maior número e à maior fragilidade dos eritrócitos, que resulta na mudança dos íons K^+ para o fluido extracelular e conseqüente aumento de K no sangue total.

Na maioria das pesquisas com bovinos, verifica-se maior freqüência do tipo LK, exceto em Ellory & Tucker (1970), que encontraram em gado Jersey freqüência elevada do tipo HK.

Em ovinos heterozigotos LK/HK, os eritrócitos têm um nível de K significativamente maior do que nos homozigotos LK/LK (Evans et al. 1956). É provável que os valores elevados no grupo de bovinos LK representem os heterozigotos (Ellory & Tucker 1970).

Christinaz & Schatzmann (1972) verificaram, em bovinos, que diferenças no rebanho, como de idade dos adultos, ou de sexo, não influenciavam a variação do K eritrocitário.

Estes mesmos autores também observaram, nos ovinos, que o conteúdo diferente de K nos dois tipos de células (HK e LK) deve-se à maior atividade da bomba de Na-K nas células com alta concentração de K eritrocitário, devido a um maior número de sítios na membrana.

Vallejo et al. (1984) estudaram o tipo K eritrocitário em cinco raças de bovinos espanhóis, verificando maior incidência de indivíduos no tipo LK. Os autores sugeriram uma possível classificação racial dos bovinos com base nesse polimorfismo.

O objetivo deste trabalho foi determinar os tipos de concentração de K do eritrócito em algumas raças bovinas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 148 bovinos puros de origem e mestiços adultos de ambos os sexos das raças Gir, Nelore, Pardo-Sufço, Pitangueiras e Girolanda, todos criados em fazendas da região de Botucatu, SP.

Foram coletados 10 ml de sangue venoso em frascos Vacutaner contendo nove gotas de heparina (anti-

coagulante). Durante o transporte das fazendas para o laboratório, as amostras foram mantidas sob refrigeração em caixas isopor com gelo. As análises foram feitas, sempre que possível, no mesmo dia.

As concentrações de K do sangue total e do plasma foram determinadas através do fotômetro de chama, modelo EVANS-EEL, pelo método de Evans & Blunt (1961). A concentração de K eritrocitário foi determinada conforme a equação descrita abaixo (Sengupta 1974):

$$C_{KE} = \frac{(C_{KST} \cdot C_{KP}) + (C_{KP} \cdot VG/100)}{VG/100}$$

onde:

C_{KE} = concentração de K eritrocitário em meq/l.

C_{KST} = concentração de K do sangue total em meq/l.

C_{KP} = concentração de K do plasma em meq/l.

VG = volume globular ou hematócrito em %.

Também a classificação qualitativa da concentração de K eritrocitário foi feita de acordo com Sengupta (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os indivíduos analisados apresentaram somente o tipo LK (baixa concentração de K eritrocitário variando de 7 a 50 meq/l). Portanto, foram enquadrados na classificação de Sengupta (1974), já que houve a presença dos três subtipos. Na Tabela 1 está representada a classificação dos bovinos com baixa concentração de K eritrocitário nos subtipos LLK, MLK e HLK. O subtipo LLK foi significativamente diferente, predominando na raça zebuína Gir.

Evans & Turner (1965) observaram que em seis raças de bovinos estudadas, agrupadas em ordem ascendente de adaptação ao ambiente tropical, os parâmetros hematológicos (hematócrito, hemaglobina e hemácia) aumentavam significativamente na série, enquanto que a concentração de K eritrocitário diminuía significativamente ($P < 0,001$). Sengupta (1974) verificou que zebuínos (Hariana e Sahiwal) do tipo LK (subtipo LLK, concentração = 12,5 meq/l) apresentaram valores significativamente ($P < 0,05$) maiores de hematócrito, hemoglobina e hemácias do que os zebuínos com subtipo

MLK (concentração - 19,5 meq/l). Quando os indivíduos LLK e MLK foram submetidos a estresse térmico (radiação solar direta por uma hora, temperatura de $39 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$), o grupo LLK apresentou menor temperatura retal que o grupo MLK, e a recuperação após o estresse térmico foi mais rápida no grupo LLK. O autor postulou que os zebuínos LLK têm vantagem em ambientes quentes.

A raça taurina Pardo-Sufço deteve os maiores valores ($\bar{X} = 5,13 \pm 0,56$) quanto à concentração de K plasmático. As outras raças apresentaram valores similares entre si (Tabela 2). Talvez a origem desta raça e a sua menor adaptação ao ambiente tropical expliquem estes resultados.

Quanto à concentração de K eritrocitário (Tabela 3), também os maiores valores de con-

TABELA 1. Classificação dos animais com baixa concentração de potássio eritrocitário em subtipos LLK, MLK e HLK.

Raça	LLK	MLK	HLK	Total
Gir	11	19	0	30
Pardo-Sufço	1	15	6	22
Pitangueiras	2	16	2	20
Girolando	3	27	1	31
Nelore	8	37	0	45
Total	25	114	9	148

$\chi^2 = 12,598$; 4 g. l., $P < 0,02$; $C = 0,28$.

TABELA 2. Estatística descritiva: Medidas de tendência central e de dispersão referentes ao estudo da comparação entre as raças quanto à concentração de potássio do plasma.

Grupos	n	\bar{x}	s	s^2	CV%
1 - Gir	30	4,96	0,50	0,25	10,12
2 - Pardo-Sufço	22	5,13	0,56	0,32	10,97
3 - Pitangueiras	20	4,67	0,41	0,17	8,83
4 - Girolanda	31	4,91	0,42	0,17	8,58
5 - Nelore	45	4,93	0,62	0,39	12,63

centração de K eritrocitário ($\bar{X} = 25,9 \pm 6,45$) pertencem à raça Pardo-Sufço, e os menores valores pertencem à raça Gir ($\bar{X} = 17,44 \pm 3,41$).

Isto reforça o comentário de Sengupta (1974) de que poderia haver uma possível associação entre a baixa concentração de K eritrocitário e a capacidade adaptativa de cada raça. Não podemos deixar de mencionar uma possível vantagem fisiológica que os animais teriam em virtude da maior ou menor quantidade de K nos eritrócitos. Essa hipótese merecerá uma atenção maior em nossos trabalhos. Quanto à concentração de K, como já era esperado, no sangue total (Tabela 4), os menores valores foram os apresentados pela raça Gir ($\bar{X} = 9,16 \pm 1,19$), e nesta variável, também a raça Pardo-Sufço apresentou os maiores valores ($\bar{X} = 11,10 \pm 2,47$).

Na comparação entre as raças, para a variá-

TABELA 3. Estatística descritiva: Medidas de tendência central e de dispersão referentes ao estudo da comparação entre as raças quanto à concentração de potássio do eritrócito.

Grupos	n	\bar{x}	s	s^2	CV%
1 - Gir	30	17,44	3,41	11,66	19,58
2 - Pardo-Sufço	22	25,94	6,45	41,63	24,87
3 - Pitangueiras	20	20,51	4,56	20,77	22,23
4 - Girolanda	31	20,92	4,27	18,22	20,41
5 - Nelore	45	18,31	3,30	10,90	18,04

TABELA 4. Estatística descritiva: Medidas de tendência central e de dispersão referentes ao estudo da comparação entre as raças quanto à concentração de potássio do sangue total.

Grupos	n	\bar{x}	s	s^2	CV%
1 - Gir	30	9,16	1,19	1,42	13,01
2 - Pardo-Sufço	22	11,10	2,47	6,10	22,33
3 - Pitangueiras	20	10,15	1,82	3,32	17,95
4 - Girolanda	31	9,90	1,22	1,49	12,34
5 - Nelore	45	10,22	1,52	2,31	14,87

vel concentração de K eritrocitário, a análise de variância foi significativa ($F = 15,37$; $P < 0,05$). Respectivamente, a raça Pardo-Suíço apresentou as maiores concentrações; as raças Gir e Nelore foram iguais entre si e as menores do grupo. Este resultado pode ter significado biológico, uma vez que reforça a idéia de que as raças melhor adaptadas às regiões tropicais têm baixas concentrações de K eritrocitário. Quanto à concentração de K do sangue total, a raça Gir apresentou os menores valores, e as demais raças não apresentaram diferenças entre si.

Segundo Christinaz & Schatzmann (1972), a diferença no conteúdo de K nos dois tipos de células (LK e HK) deve-se à maior atividade de bomba de Na-K nas células HK. Isto foi bem discutido pelos autores nas pesquisas sobre ovinos, nos quais verificaram que as membranas marcadas com onabafina tritiada revelaram um grande número de sítios por unidades de superfície da membrana nas células com alta concentração de K eritrocitário. Para bovinos, não se tem nenhuma informação similar.

Provavelmente, como os bovinos estudados neste trabalho foram criados e estão adaptados aos trópicos, e todos eles apresentaram tipo LK, podemos sugerir que para a adaptação nos trópicos haveria um menor número de sítios na membrana celular (isto propicia o tipo LK). Trabalhos nesse sentido estão sendo realizados em nosso laboratório.

CONCLUSÕES

1. No presente trabalho, todos os bovinos analisados apresentaram baixa concentração de K eritrocitário ou tipo LK, variando de 7 a 50 meq/l.
2. Houve a presença dos três subtipos de concentrações de K eritrocitário LK conhecidos: MLK (77%); LLK (16,9%) e HLK (6,1%).
3. As distribuições qualitativas das concentrações de K eritrocitário nas cinco raças analisadas foram significativamente ($P < 0,02$) diferentes. O subtipo LLK predominou na raça Gir.
4. Não foi encontrada nenhuma diferença

significativa entre as raças estudadas, quanto à concentração de K do plasma.

5. Quanto à concentração de K do sangue total, a diferença entre a raça Gir e as outras foi significativa. Esta raça apresentou os menores valores para a variável em questão. Este resultado já era esperado, uma vez que a raça Gir apresentou a mais baixa concentração de K eritrocitário.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico -, pela concessão da bolsa de Mestrado (Proc. 132083/85-0) à autora deste trabalho.

Ao sr. Ilson A. Tavares, técnico do Lab. Clínico Veterinário - FMVZ-UNESP, Botucatu, pela valiosa colaboração durante a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BLECHNER, J. Ionic composition of red cells in fetal, newborn and adult sheep. *American Journal of Physiology*, v.201, p.85-88, 1961.
- CHRISTINAZ, P.; SCHATZMANN, H.H. High potassium and low potassium erythrocytes in cattle. *Journal of Physiology*, v.224, p.391-406, 1972.
- ELLORY, J.C.; TUCKER, E.M. High potassium type red cells in cattle. *Journal of Agricultural Science, Camb.*, v.74, p.594-596, 1970.
- EVANS, J.V. Electrolyte concentrations in red blood cells of British breeds of sheep. *Nature*, v.174, p.931-932, 1954.
- EVANS, J.V.; BLUNT, M.H. Variations in the gene frequencies of potassium and haemoglobin types in Romney Marsh and Southdown Sheep established away from their native environment. *Australian Journal of Biological Sciences*, v.14, p.100-108, 1961.
- EVANS, J.V.; KING, M.W.B. Genetic control of sodium concentrations in the red blood cells of sheep. *Nature*, v.176, p.171, 1955.
- EVANS, J.V.; KING, J.W.; COHEN, B.L.; HARRIS, H.; WARREN, F.L. Genetics of haemoglobin and blood potassium differences in sheep. *Nature, Lond.*, v.178, p.849-850, 1956.

- EVANS, J.V.; TURNER, H.G. Interrelationships of erythrocyte characters and other characters of British and Zebu crossbred beef cattle. *Australian Journal Biological Sciences*, v.18, p.124-139, 1965.
- KIDWELL, J.F.; BOHMAN, V.R.; WADE, M.A.; HAVERLAND, L.H.; HUNTER, J.E. Evidence of genetic control of blood potassium concentration in sheep. *Journal of Heredity*, v.50, p.275-278, 1959.
- SCHALM, O.W.; JAIN, N.C.; CARROL, E.J. *Veterinary Hematology*. 3rd.ed., Philadelphia: Lea & Febiger, 1985. 807p.
- SENGUPTA, B.P. Red cell electrolyte distribution and its possible significance in Zebu cattle. *Journal of Agricultural Science*, Camb., v.83, p.7-11, 1974.
- STÖCKEL, W.; LUSCHIN, B.; ZACHERL, M.K.; WEISER, M. Vergleichende serum untersuchungen bei Kühen von und nach der Geburt und bei deren Kälbern. *Zbl. Vet. Med. Reihe-A*, v.12, p.400-404, 1965.
- TOSTESON, D.C. Some properties of the plasma membranes of high potassium and low potassium sheep red cells. *Annals New York Academy of Sciences*, v.137, p.577-590, 1966.
- VALLEJO, M.; GONZALES, P.; TUÑÓN, M.J. Potassium type cells in five Spanish cattle breeds. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF ANIMAL BLOOD GROUPS AND BIOCHEM. POLYMORPH, 19., 1984, Göttingen. *Proceedings...* Göttingen: The International Society for Animal Blood Group Research. Georg August University, 1984. p.86.